



(19) BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT(12) Patentschrift
(10) DE 198 44 994 C 2(51) Int. Cl. 7:
F 02 D 41/14

DE 198 44 994 C 2

- (21) Aktenzeichen: 198 44 994.1-26
 (22) Anmeldetag: 30. 9. 1998
 (43) Offenlegungstag: 6. 4. 2000
 (45) Veröffentlichungstag der-Patenterteilung: 17. 1. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

(13) Patentinhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

(17) Erfinder:

Rösel, Gerd, 01237 Dresden, DE; Zhang, Hong, Dr., 93057 Regensburg, DE

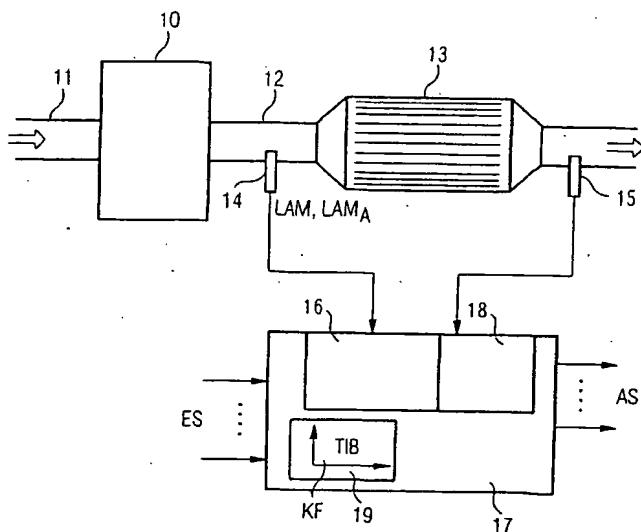
(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht gezogene Druckschriften:

DE	195 16 239 A1
DE	44 22 115 A1
EP	06 16 119 A1
EP	6 52 358 A2

SAE Paper 940149 VDI-Berichte 939, Düsseldorf, 1992;

(54) Verfahren zur Diagnose einer stetigen Lambdasonde

(57) Verfahren zur Diagnose einer stromaufwärts eines Katalysators (13) einer Brennkraftmaschine (10) angeordneten, bezüglich ihres Ausgangssignals eine stetige Charakteristik aufweisenden Lambdasonde (14), dessen Ausgangssignal (LAM , LAM_A) als Eingangsgröße eines Lambdaregelungskreises dient, wobei einem geforderten Wert für ein Luft-Kraftstoff-Verhältnis (LAM_SOLL) periodische Zwangsanregungen mit vorgegebener Frequenz und Amplitude (LAM_FS) überlagert werden, das Streckenverhalten des Lambdaregelungskreises mittels eines Modells (BL1), das als Modellparameter die Sensorverzögerungszeit beinhaltet, nachgebildet wird, die Amplitudenverstärkungen (LAM_MOD_A / $LAM_SOLL_FS_A$) von Modell (BL1) und System (LAM_A / LAM_FAC_A) ermittelt und die beiden Werte miteinander verglichen werden, in Abhängigkeit des Ergebnisses des Vergleiches der Modellparameter Sensorverzögerungszeit adaptiert wird und die Lambdasonde (14) als defekt eingestuft wird, wenn der Wert der Adaption des Modellparameters einen vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.



DE 198 44 994 C 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Diagnose einer stetigen Lambdasonde gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruches 1.

[0002] Zur Gemischregelung in einer Brennkraftmaschine ist es bekannt, im Abgasstrom stromaufwärts eines zur Umwandlung schädlicher Abgasbestandteile dienenden Katalysators einen Sauerstoffsensor vorzusehen, dessen Ausgangssignal sich in Abhängigkeit von der Sauerstoffkonzentration im Abgas ändert.

[0003] Neben sogenannten Sprungsonden, auch als binäre Sonden bezeichnet, deren Ausgangssignal sich sprunghaft sowohl beim Übergang von einem fetten Gemisch zu einem mageren Gemisch, als auch beim Übergang von einem mageren zu einem fetten Gemisch ändert (Spannungssprung bei der Luftzahl $\lambda = 1$), kommen auch Sauerstoffonden mit einer stetigen Kennliniencharakteristik zum Einsatz. Diese weisen eine stetige, z. B. lineare Abhängigkeit des Ausgangssignales von der Luftzahl λ und darüber hinaus eine geringe Ansprechzeit auf f. (SAE Paper 940149 "Automatic Control of Cylinder Air-Fuel Mixture Using a Proportional Exhaust Gas Sensor").

[0004] Eine solche Sauerstoffsonde mit stetiger Ausgangskennlinie, im folgenden vereinfacht als stetige Lambdasonde bezeichnet, ist beispielsweise auf der Basis von Strontiumtitatanat (SrTiO_3) in Dünnschichttechnologie aufgebaut (VDI Berichte 939, Düsseldorf 1992, "Vergleich der Ansprechgeschwindigkeit von KFZ Abgassensoren zur schnellen Lambdamedmessung auf der Grundlage von ausgewählten Metalloxiddünnenfilmen").

[0005] Der Einsatz einer stetigen Lambdasonde führt zum Übergang von der Zwei-Punkt-Lambdaregelung zur stetigen Lambdaregelung. Um die gesetzlich geforderten Grenzwerte für den Abgasausstoß nicht zu überschreiten, muß der Ausfall abgasrelevanter Komponenten erkannt und angezeigt werden (On Board Diagnose).

[0006] Deshalb ist es notwendig, die Funktionsfähigkeit auch der Lambdasonden zu überprüfen. Aus der EP 0 616 119 A1 ist es bekannt, bei einer vor dem Katalysator angeordneten Lambdasonde (Vorkatsonde) die Schaltzeiten zu messen, innerhalb derer das Ausgangssignal der Lambdasonde im Rahmen ihrer Sprungfunktion vom hohen Spannungswert, der ein fettes Gemisch anzeigt (Fettspannung) auf einen niedrigeren Spannungswert, der ein mageres Gemisch anzeigt (Magerspannung) umschaltet. Die Größe dieser Schaltzeiten ist ein Maß für die Funktionsfähigkeit der vor dem Katalysator angeordneten Lambdasonde.

[0007] Ein weiteres Verfahren zur Überprüfung der dynamischen Funktionsfähigkeit von Vorkat-Lambdasonden ist in der EP 0 652 358 A2 beschrieben. Dort werden die Verweilzeiten gemessen, innerhalb derer das Lambdasondensignal ein fettes bzw. ein mageres Gemisch anzeigt. Die Vorkat-Lambdasonde wird dann als korrekt arbeitend eingestuft, wenn sowohl die Fett- als auch die Magerverweilzeiten kleiner als vorgegebene, den einzelnen Verweilzeiten zugeordnete Grenzwerte sind.

[0008] Aus der DE 195 16 239 A1 ist ein Verfahren zur Parametrierung eines Lambdareglers einer Lambdaregelungseinrichtung für eine Brennkraftmaschine bekannt, wobei die Lambdaregelungseinrichtung eine Lambdasonde umfaßt, dessen Ausgangssignal zumindest teilweise eine lineare Abhängigkeit von dem Sauerstoffgehalt im Abgas der Brennkraftmaschine zeigt. Die Übertragungsfunktion der Lambdaregelstrecke wird dabei durch Hintereinanderschaltung zweier Verzögerungsglieder 1. Ordnung und ein Totzeitglied im Lambdaregelkreis dargestellt. Das erste Verzögerungsglied beinhaltet das Ansprechverhalten der Lambda-

sonde und das zweite Verzögerungsglied beinhaltet eine gleitende Mittelwertbildung der Lambdamesswerte. Da diese Systemgrößen durch Messungen einfach zu ermitteln sind, läßt sich der Aufwand für die Applikation des Lambdareglers dadurch reduzieren.

[0009] Aus der DE 44 22 115 A1 ist ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Überwachen eines Sensorbetriebs für die Anwendung in einem Fahrzeug mit einer elektronischen Steuerungseinheit zum Steuern der Kraftstoffzufuhr zu einem Verbrennungsmotor mit einem Sauerstoffsensor zum Erfassen des Motorabgas-Sauerstoffpegels bekannt. Dabei wird ein moduliertes Luft-/Kraftstoff-Signal mit einer modifizierten Rechteckwellenform erzeugt, wobei die modifizierte Rechteckwellenform so ausgelegt ist, dass eine spezielle Motorabgasreaktion für die Abfrage des Sauerstoffsensors erzeugt wird. Der Motor wird auf der Basis des modulierten Luft-/Kraftstoff-Signals betrieben, wobei der Sauerstoffsensor ein zugeordnetes Ausgangssignal als Reaktion auf die erfassten Abgassauerstoffpegel erzeugt. Das der speziellen Motorreaktion zugeordnete Ausgangssignal des Sauerstoffsensors wird verarbeitet, um auf diese Weise den Betriebszustand des Sauerstoffsensors zu bestimmen.

[0010] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren anzugeben, mit dem im geschlossenen Regelkreis die Funktionsstüchtigkeit einer im Abgasstrom einer Brennkraftmaschine stromaufwärts eines Katalysators angeordneten, bezüglich ihres Ausgangssignales eine stetige Kennliniencharakteristik aufweisende Lambdasonde überprüft werden kann.

[0011] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst.

[0012] Vorteilhafte Ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen (Ansprüche 2 bis 7) gekennzeichnet.

[0013] Zur Diagnose der Lambdasonde werden dem geschlossenen Lambdaregelkreis, an sich bekannte (vergl. die obig gewürdigte DE 44 22 115 A1) Zwangsanregungen aufgeprägt. Die Zwangsanregung bewirkt eine periodische Änderung des Wertes der Luftzahl λ um das stöchiometrische Verhältnis $\lambda = 1$ und wird durch applizierbare Parameter wie zum Beispiel Amplitude und Frequenz beschrieben. Um diese Vorgabe im geschlossenen Lambdaregelkreis möglichst exakt zu realisieren, ist eine Kompensation des dynamischen Verhaltens der Regelstrecke erforderlich. Aus dieser Kompensation des Streckenverhaltens können ferner Rückschlüsse auf eine Veränderung der Verzögerungszeit der Lambdasonde gezogen werden. Diese Veränderung im dynamischen Verhalten der Lambdasonde werden bei Alterungseffekten und bei Sondenvergiftungen beobachtet. Durch eine Adaption der Verzögerungszeit der Lambdasonde können somit die Kompensationsergebnisse verbessert werden. Die Adaption der Modellparameter der Lambdasonde gestattet die Berücksichtigung der genannten Alterungs- und Vergiftungseffekte der Sonde für die Lambdaregelung und für die Kompensation des Streckenverhaltens sowie gegebenenfalls das Erkennen einer defekten Lambdasonde.

[0014] Für das beschriebene Verfahren wird eine stetige Lambdasonde stromaufwärts des Katalysators vorausgesetzt. Die stetige Lambdasonde ist das Meßglied der Lambdaregelung, die Abweichungen im Kraftstoff-Luft-Verhältnis von einem geforderten Wert reduziert. Dem geforderten Wert des Kraftstoff-Luft-Verhältnisses, dem Sollwert der Regelung, werden gezielt periodische Zwangsanregungen überlagert, die zum Beispiel bezüglich Amplitude und Frequenz (zum Beispiel – wie in Anspruch 5 angegeben – Rechtecksignalfolgen) so vorgegeben werden, daß die Erfordernisse der Brennkraftmaschine und des Katalysators bestmöglich berücksichtigt werden. Um die durch Amplitude und Frequenz festgelegten Parameter der Zwangsanre-

gung im geschlossenen Regelkreis der Lambdaregelung bestmöglich zu realisieren, ist eine Kompensation des dynamischen Verhaltens der Regelstrecke der Lambdaregelung erforderlich. Für eine Brennkraftmaschine kann das Streckenverhalten durch die Totzeit zwischen Lastsignal und Meßwerterfassung der Lambdasonde und dem dynamischen Verhalten der Lambdasonde als Verzögerungsglied erster Ordnung siehe die obig gewürdigte De 195 16 239 A1 charakterisiert werden. Für die Modellierung der Totzeit ergeben sich zwei prinzipielle Möglichkeiten. Einerseits kann die Totzeit in der Motorsteuerung durch ein Schieberegister o. ä. realisiert werden, wobei auf Grund der großen Totzeit bei niedriger Drehzahl und Last ein erheblicher Realisierungsaufwand entsteht. Andererseits kann die Totzeit durch eine endlichdimensionale Approximation wie zum Beispiel die Padé-Approximation modelliert werden. In beiden Fällen werden die Parameter des Modells der Totzeit in Abhängigkeit vom Betriebspunkt des Motors zum Beispiel als Funktionen der Drehzahl und der Last angepaßt. Durch die Kompensation des Streckenverhaltens im Regelkreis wird auch beim Einsatz einer Padé-Approximation niedriger Ordnung (zum Beispiel zweiter Ordnung) erreicht, daß die Amplitude und Frequenz charakterisierte Zwangsanregung in weiten Frequenzbereichen mit geringen Fehlern realisiert werden kann.

[0015] Ferner ist bekannt, daß sich das dynamische Verhalten der Lambdasonde durch Alterungs- und Vergiftungsprozesse verändert. Zum einen beeinflussen diese Änderungen die Regelgüte der Lambdaregelung. Andererseits müssen derartige Effekte über eine Diagnose erkannt werden, so daß bei zu großen Abweichungen des Sondenverhaltens von einem Nominalverhalten, die zu einer Überschreitung der Emissionsgrenzwerte führen, eine defekte Lambdasonde erkannt wird. Aus dem Vergleich zwischen Streckenverhalten und Modellverhalten werden gemäß der Erfindung Rück-Zwangsanregungen auf die beschriebenen Veränderungen des Sensorschlüsse auf die Streckenverhalten unterliegt einer verhältnisgezogenen. Das Streckenverhalten unterliegt einer Drift (z. B. durch Vergiftung scheinungen der Sonde) und somit gibt es Abweichungen von dem Nominalmodell. Eine Adaption des Modellparameters für das Sensorverhalten wird durch die Auswertung einer Amplitudenbedingung ermöglicht. Dazu ist es erforderlich, daß das Modell des Totzeitgliedes entweder ein Totzeitglied oder eine Totzeitapproximation mit strengem Allpaßcharakter (d. h. der Grad des Zählerpolynoms und der Grad des Nennerpolynoms der Übertragungsfunktion sind gleich) ist. Dadurch wird der linearisierte Amplitudengang von Strecke und Streckenmodell nur noch durch das Sensorverhalten bestimmt. Durch einen Vergleich der Amplitudenverstärkungen von System und Modell können oberhalb der durch das Dämpfungsverhalten des Sensors festgelegten Frequenz Abweichungen zwischen Modell und Sensorverhalten detektiert werden. Das heißt die Grundharmonische der Zwangsanregung muß so groß sein, daß Unterschiede im Amplitudenverhalten von Modell und System auftreten können.

[0016] Die über die Zwangsanregung hervorgerufenen periodischen Änderungen im Kraftstoff-/Luft-Verhältnis werden außerdem die Konvertierungsreaktionen im Katalysator angeregt, was zu einer Verbesserung der Impulsbelastbarkeit des Katalysators führt.

[0017] Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist im folgenden unter Bezugnahme auf die schematischen Zeichnungen näher erläutert.

[0018] Es zeigen:

[0019] Fig. 1 ein Blockschaltbild einer Brennkraftmaschine mit zugehöriger Abgasanlage und elektrischer Steuerungseinrichtung und

[0020] Fig. 2 die Struktur der Lambda-Regelung mit Kompensation des Streckenverhaltens.

[0021] Die Fig. 1 zeigt eine Brennkraftmaschine 10, die mit einem Ansaugtrakt 11 und einem Abgastrakt 12 verbunden ist. Im Abgastrakt 12 ist ein zur Konvertierung schädlicher Abgasbestandteile dienender Katalysator 13, beispielsweise ein Dreieckekatalysator angeordnet. Die Richtung der zugeführten Verbrennungsluft, sowie des Abgasstromes ist mit Pfeilsymbolen eingezeichnet. Stromaufwärts des Katalysators 13 ist eine erste Lambdasonde 14, stromabwärts

des Katalysators 13 ist eine zweite Lambdasonde 15 angeordnet. Als erste Lambdasonde 14 wird dabei eine Sonde verwendet, deren Kennlinie für das Ausgangssignal im Bereich um $\lambda = 1$ eine stetige, vorzugsweise lineare Abhängigkeit vom Lambdawert zeigt und in herkömmlicher Weise zur Gemischregelung dient. Sie gibt ein Ausgangssignal LAM an eine Lambdaregelungseinrichtung 16 ab, die vorzugsweise in ein elektronisches Steuergerät 17 der Brennkraftmaschine integriert ist. Die Amplitude des Ausgangssignals der linearen Sonde 14 ist mit LAM_A bezeichnet. Die nach dem Katalysator 13 angeordnete Lambdasonde 15 dient zur Überprüfung des Katalysatorwirkungsgrades und kann ebenfalls eine lineare Sonde oder eine sogenannte Sprungsponde sein, deren Ausgangssignal sich sprunghaft sowohl beim Übergang von einem fetten zu einem mageren als auch beim Übergang von einem mageren zu einem fetten Abgaszustand bei einer Luftzahl $\lambda = 1$ ändert. Dieses nicht näher bezeichnete Ausgangssignal der Lambdasonde 15 wird einer Einrichtung 18 zur Katalysatorüberprüfung zugeführt, die mit der Lambdaregelungseinrichtung 16 in Verbindung steht. Durch Vergleichen und Auswerten der von den beiden Sonden 14, 15 gelieferten Signale kann auf die Konvertierungsfähigkeit und damit auf den Wirkungsgrad des Katalysators 13 geschlossen werden.

[0022] Die Lambdaregelungseinrichtung 16 enthält ferner u. a. die anhand der Fig. 2 näher erläuterten Funktionsblöcke BL1, BL2, BL3. Die elektronische Steuerungseinrichtung 16 der Brennkraftmaschine 10 übernimmt neben der Zündungsregelung auch eine Vielzahl weiterer Aufgaben bei der Steuerung und Regelung der Brennkraftmaschine, insbesondere die Kraftstoffeinspritzung. Hierzu ist in einem Kennfeld KF in einem Speicher 19 der Steuerungseinrichtung eine Basiseinspritzzeit TIB abhängig von einem Lastparameter (z. B. Luftmassenstrom oder Saugrohrdruck) und der Drehzahl abgelegt, die mit Hilfe bekannter Korrekturalgorithmen in bestimmten Betriebszuständen der Brennkraftmaschine noch angepaßt, d. h. korrigiert wird. Einen Korrekturfaktor liefert dabei die Lambdaregelungseinrichtung 16. Die zum weiteren Betrieb der Brennkraftmaschine notwendigen Eingangs- und Ausgangssignale für das Steuergerät 17 sind in der Fig. 1 allgemein mit ES bzw. AS bezeichnet.

[0023] In der Fig. 2 ist mit LAM_SOLL ein vorgegebener Lambda-Sollwert bezeichnet, der entweder als konstanter Faktor, beispielsweise gleich 1 für ein stöchiometrisches Gemisch fest vorgegeben sein kann, aus einem Kennfeld abhängig von dem Betriebspunkt der Brennkraftmaschine ausgelesen oder abhängig von Betriebsparametern berechnet wird. Dieser Sollwert LAM_SOLL wird zu einer Additionsstufe AS1 geführt.

[0024] Der Block BL3 beinhaltet einen an sich bekannten Signalgenerator, der eine periodische Schwingung mit einer bestimmten Frequenz und Amplitude erzeugt. Dies kann vorzugsweise eine Rechteckschwingung sein, die durch ihre Frequenz und Amplitude bestimmt ist. Darüber hinaus ist aber auch eine Sägezahnschwingung, die durch ihre Amplitude, Anstiegszeit und Frequenz gekennzeichnet ist oder eine beliebige, periodische Signalform (z. B. Sinusform)

möglich.

[0025] Das Ausgangssignal LAM_FS des Blockes BL3 (die Abkürzung FS steht für forced stimulation = Zwangsanregung) wird dem vorgegebenen Lambda-Sollwert LAM_SOLL überlagert. Hierzu wird es ebenfalls zu der Additionsstufe AS1 geführt. Durch eine solche Zwangsanregung werden gezielt kleine periodische Änderungen im Kraftstoff/Luftverhältnis hervorgerufen, d. h. das der Brennkraftmaschine zuzuführende Gemisch wird bewußt periodisch fetter und magerer gemacht. Das am Ausgang der Additionsstufe AS1 vorhandene Signal ist mit LAM_SOLL_FS bezeichnet und mit diesem Wert soll unter Berücksichtigung der Zwangsanregung die Brennkraftmaschine betrieben werden. Um diese Zwangsanregungen im geschlossenen Regelkreis der Lambdaregelung mit hoher Genauigkeit realisieren zu können, ist ein Modell der Regelstrecke der Lambdaregelung erforderlich. Der Block BL1 repräsentiert dieses Modell und erlaubt eine Kompensation des dynamischen Verhaltens der Regelstrecke. Aus dieser Kompensation des Streckenverhaltens können Rückslüsse auf eine Veränderung der Verzögerungszeit der Lambdasonde gezogen werden.

[0026] Das Streckenverhalten der Brennkraftmaschine wird durch die Totzeit zwischen Einspritzvorgang und Meßwerterfassung der Lambdasonde und dem dynamischen Verhalten der Lambdasonde selbst charakterisiert. Dieses Verzögerungsverhalten wird durch ein Totzeitglied erster Ordnung dargestellt. Da ein Totzeitglied im gesamten Frequenzbereich eine Amplitudenverstärkung von 1 aufweist, spielt nur noch die Sensordynamik eine Rolle. Modellparameter für den Block BL1 ist deshalb die Sensorverzögerungszeit zur Beschreibung des Sondenverhaltens. Die Sensorverzögerungszeit für eine korrekt arbeitende, d. h. nicht gealterte Lambdasonde wird appliziert. Der Wert wird auf dem Prüfstand (Testbank) ermittelt.

[0027] Ausgangsgröße des Blockes BL1 ist das Modellausgangssignal LAM_MOD, das zu einer Divisionsstufe DS1 geführt ist. Dort wird der Kehrwert des Modellausgangssignals LAM_MOD gebildet. Durch diese Division erhält man ein lineares Regelkreisverhalten am Arbeitspunkt, andernfalls wäre das Verhalten unsymmetrisch, abhängig davon, ob Abweichungen in Richtung fettes Gemisch oder mageres Gemisch auftreten. Dieser Kehrwert der Modellausgangsgröße $1/LAM_MOD$ wird zu einer Additionsstelle AS2 geführt. Die Lambdasonde 14 liefert entsprechend dem Restsauerstoffgehalt im Abgas einen Lambdawert LAM. Von diesem gemessenen Wert wird zuerst ebenfalls der Kehrwert gebildet (Divisionsstufe DS3) und dann zu der Additionsstelle AS2 geführt, wo er von dem Kehrwert des Modellausgangssignals subtrahiert wird. Die so gebildete Regeldifferenz LAM_DIF ist Eingangsgröße für den Block BL2, der einen stetigen, an sich bekannten Lambdaregler darstellt. Er kann beispielsweise als PID-Regler (Proportional-Integral-Differential-Regler) realisiert sein.

[0028] Die Ausgangsgröße des Blockes BL2 stellt die Stellgröße LAM_C des Regelkreises dar, die auf eine Additionsstufe AS3 geführt ist. Weitere Eingangsgröße der Additionsstufe AS3 ist der Kehrwert (gebildet in der Divisionsstufe DS2) des Eingangssignal des Streckenmodells LAM_SOLL_FS. Die Summe aus den beiden Werten ergibt einen dimensionslosen Faktor LAM_FAC mit dem die aus einem Kennfeld aus Last und Drehzahl ausgelesene Basis-einspritzzeit TIB, ausgedrückt z. B. in msec, in der Multiplikationsstufe MS1 multipliziert wird. Als Ergebnis davon erhält man eine, den Einfluß der Lambdaregelung berücksichtigende Einspritzzeit TI_LAM. Weitere Korrekturfaktoren, welche die Basiseinspritzzeit TIB beeinflussen, sind hier nicht dargestellt.

[0029] Im folgenden wird erläutert, wie anhand der angegebenen Struktur die Lambdasonde hinsichtlich ihrer Dynamik diagnostiziert werden kann.

[0030] Durch Alterungs- und/oder Vergiftungsscheinungen ändert sich die Sensorverzögerungszeit, d. h. die Lambdasonde wird langsamer. Damit ändert sich auch die Amplitudenverstärkung oberhalb einer Grenzfrequenz, die abhängig von der Sondenalterung ist. Durch Bewerten des Verhältnisses der Amplitudenverstärkung des Modells und des tatsächlichen Systems kann eine Anpassung des Modellparameters Sensorverzögerungszeit erfolgen. Wenn im Rahmen dieser Adaption ein vorgegebener Schwellenwert überschritten wird, genügt die Lambdasonde hinsichtlich ihrer Dynamikeigenschaften nicht mehr den Anforderungen und sie wird als defekt eingestuft.

[0031] Es werden die Amplitudenverstärkungen von Modell LAM_MOD/LAM_SOLL_FS_A und System LAM_A/LAM_FAC_A ermittelt und die beiden Werte miteinander verglichen.

[0032] Gilt die Beziehung

$$LAM_MOD_A/LAM_SOLL_FS_A > LAM_A/LAM_FAC_A$$

so ist die Sensorverzögerungszeit größer als der entsprechende Modellparameter und die ursprünglich applizierte Modellverzögerungszeit wird angepaßt, in diesem Falle wird sie erhöht.
mit:

LAM_MOD_A Amplitude des Ausgangssignales des Streckenmodells (Block BL1)

$LAM_SOLL_FS_A$ Amplitude des Eingangssignales des Streckenmodells (Block BL1)

LAM_A Amplitude des Meßsignals der Lambda-Sonde

LAM_FAC_A Amplitude des Eingangssignales der Regelstrecke

[0033] Die vier angegebenen Größen sind gleichanteilsfrei.

[0034] Andernfalls, wenn die Relation

$$LAM_MOD_A/LAM_SOLL_FS_A < LAM_A/LAM_FAC_A$$

gilt, dann ist die Sensorverzögerungszeit kleiner als der entsprechende Parameter des Modells und die ursprünglich applizierte Modellverzögerungszeit wird ebenfalls angepaßt, in diesem Falle aber wird sie verkleinert.

[0035] Die einzelnen Amplitudenverstärkungen werden ermittelt, indem jeweils die Amplituden der Modell- und Streckengrößen, d. h. die Maximalwerte innerhalb einer Periodendauer bestimmt werden. Die Amplitude des Signals der Zwangsanregung ist eingeprägt und somit auch bekannt.

[0036] Voraussetzung für eine derartige Diagnosemethode ist, daß die gewählte Frequenz der Zwangsanregung oberhalb der durch das Sensorverhalten festgelegten Frequenz liegt, ab der eine Dämpfung auftritt (Knickfrequenz im Amplitudengang des Sensors). Auf der Basis eines derartigen Vergleiches zwischen Modell- und Systemverhalten kann eine Adaption des Modellparameters zur Beschreibung des Sondenverhaltens erfolgen. Überschreitet der Wert der Adaption des Modellparameters eine definierten, drehzahl- und lastabhängigen Schwellenwert, so daß die Emissionen einen Grenzwert überschreiten, so wird die Lambdasonde als defekt eingestuft.

[0037] Mit Hilfe der beschriebenen Zwangsanregung kann durch eine Auswertung des Signals der stetigen Lambdasonde vor dem Katalysator und des Signals der Zweipunkt-Lambdasonde nach dem Katalysator auch eine Diagnose des Katalysatorwirkungsgrades erfolgen. Prinzipiell sind in diesem Fall ähnliche Diagnosealgorithmen wie bei

7 herkömmlichen Lambda-regelungen mit binärer Lambda-
sonde möglich. Die Zwangsanregung ist beim Einsatz einer
stetigen Lambdaregelung erforderlich, da bei diesem Rege-
lungsprinzip keine Grenzyklen auftreten, wie sie bei der
Zweipunktregelung zu beobachten sind und für die Kataly-
satordiagnose ausgewertet werden können.

7. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß zur Zwangsanregung eine sägezahnförmige
Schwingung verwendet wird, die durch ihre Ampli-
tude, Anstiegszeit und Frequenz gekennzeichnet ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

Patientansprüche

1. Verfahren zur Diagnose einer stromaufwärts eines 10
Katalysators (13) einer Brennkraftmaschine (10) ange-
ordneten, bezüglich ihres Ausgangssignals eine stetige
Charakteristik aufweisenden Lambdasonde (14), des-
sen Ausgangssignal (LAM, LAM_A) als Einganggröße 15
eines Lambdaregelungskreises dient, wobei
einem geforderten Wert für ein Luft-Kraftstoff-Verhält-
nis (LAM_SOLL) periodische Zwangsanregungen mit
vorgegebener Frequenz und Amplitude (LAM_FS)
überlagert werden,
das Streckenverhalten des Lambdaregelungskreises 20
mittels eines Modells (BL1), das als Modellparameter
die Sensorverzögerungszeit beinhaltet, nachgebildet
wird,
die Amplitudenverstärkungen (LAM_MOD_A/
LAM_SOLL_FSA) von Modell (BL1) und System 25
(LAM_A/LAM_FA_C_A) ermittelt und die beiden Werte
miteinander verglichen werden,
in Abhängigkeit des Ergebnisses des Vergleiches der
Modellparameter Sensorverzögerungszeit adaptiert 30
wird und
die Lambdasonde (14) als defekt eingestuft wird, wenn
der Wert der Adaption des Modellparameters einen
vorgegebenen Schwellenwert überschreitet.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich- 35
net, daß der applizierte Modellparameter Sensorverzö-
gerungszeit erhöht wird wenn für die Amplitudenver-
stärkungen gilt:

$$\frac{\text{LAM_MOD}_A}{\text{LAM_SOLL_FSA}} > \frac{\text{LAM}_A /}{\text{LAM_FAC}_A} \quad 40$$

mit:

LAM_MOD_A Amplitude des Ausgangssignales des
Streckenmodells (Block BL1) 45
LAM_SOLL_FSA Amplitude des Eingangssignales
des Streckenmodells (Block BL1)
LAM_A Amplitude des Meßsignals der Lambda-Sonde
LAM_FA_C_A Amplitude des Eingangssignales der Re-
gelstrecke 50

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß der applizierte Modellparameter Sensorverzö-
gerungszeit verkleinert wird wenn für die Amplituden-
verstärkungen gilt:

$$\frac{\text{LAM_MOD}_A / \text{LAM_SOLL_FSA}}{\text{LAM_FAC}_A} < \frac{\text{LAM}_A /}{\text{LAM_FAC}_A} \quad 55$$

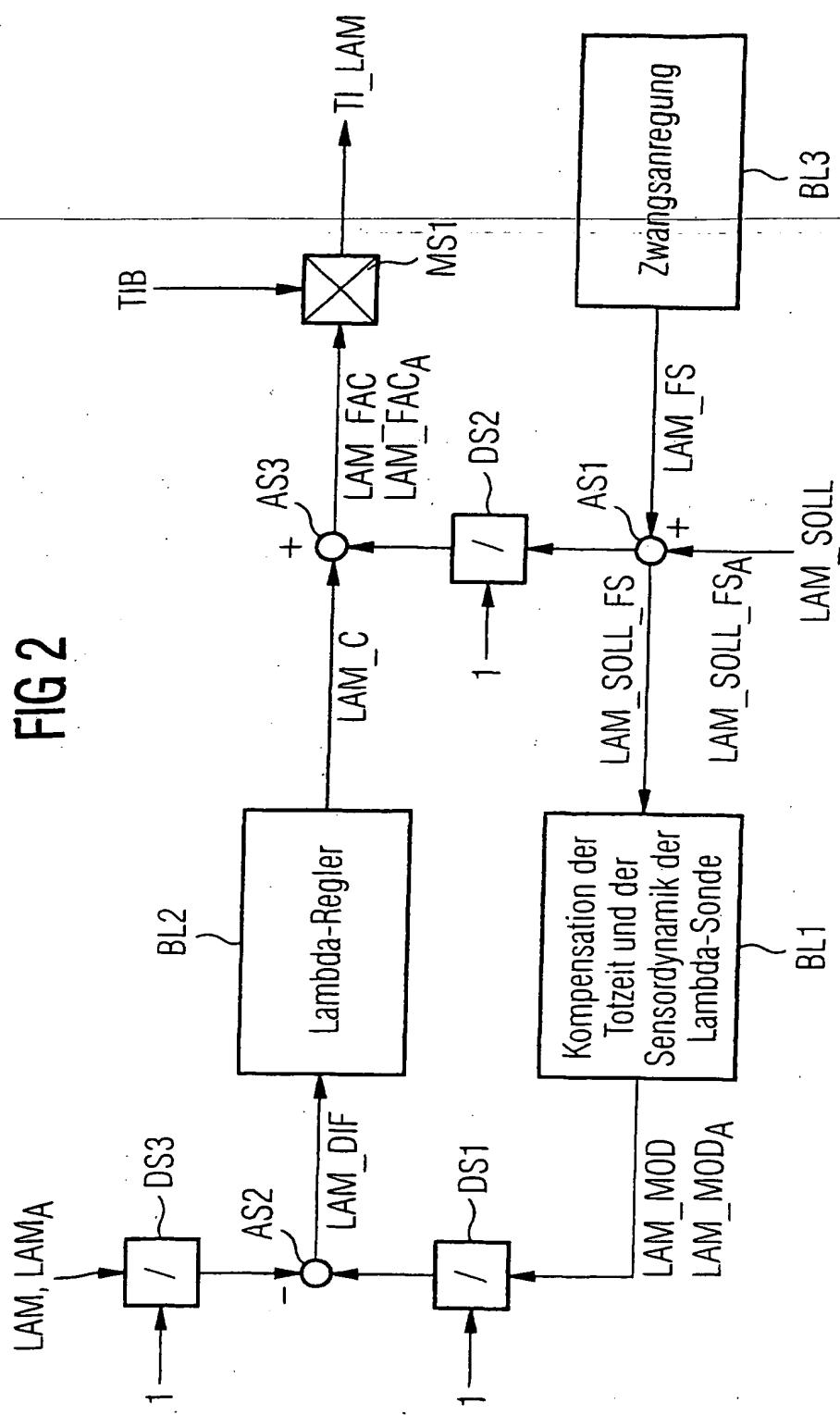
4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß der Schwellenwert abhängig von der Drehzahl 60
und der Last der Brennkraftmaschine (10) festgelegt
ist.

5. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß zur Zwangsanregung eine Rechteckschwin-
gung verwendet wird. 65

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeich-
net, daß zur Zwangsanregung eine sinusförmige
Schwingung verwendet wird.

BEST AVAILABLE COPY

FIG 2



BEST AVAILABLE COPY

FIG 1

